

29. 9. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

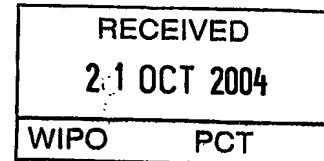
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 0 月    1 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 4 3 4 2 0  
Application Number:

[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 3 4 3 4 2 0 ]

出    願    人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

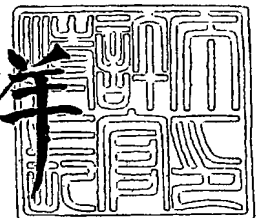


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年    7 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 6 4 3 1

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2003-03121  
【提出日】 平成15年10月 1日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02G 1/052  
F02G 1/055

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 澤田 大作

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 矢口 寛

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代表者】 齋藤 明彦

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 008268  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

シリンダ内を往復運動するピストンと、回転運動するクランク軸とをコンロッドで連結したピストン機関であって、

前記コンロッドと交差するとともに、前記ピストンと前記クランク軸との間で、かつ前記シリンダの中心軸からオフセットした位置に配置される支点を中心に回動可能な第 1 横方向腕と、

往復直線運動する第 1 移動連結点と前記ピストンと連結される第 2 移動連結点とを両端部に備えるとともに、前記第 1 横方向腕の前記支点とは反対側の端部が回動可能に連結される第 3 移動連結点を前記第 1 移動連結点と前記第 2 移動連結点との間に備える第 2 横方向腕と、

前記第 1 移動節点を支持して直線運動させる直線移動ガイドと、

を有することを特徴とするピストン機関。

**【請求項 2】**

前記直線移動ガイドは、筒状のガイド部と、このガイド部内を摺動するスライダピストンとで構成されるとともに、前記スライダピストンの往復運動によって前記ガイド部内の気体を圧縮する圧縮手段であることを特徴とする請求項 1 に記載のピストン機関。

**【請求項 3】**

前記ピストンを複数有する場合には、複数の前記圧縮手段を備えるとともに、それぞれの前記圧縮手段を直列に接続して段階的に気体を昇圧することを特徴とする請求項 2 に記載のピストン機関。

**【請求項 4】**

後段の吐出量を前段の吐出量よりも小さくすることを特徴とする請求項 3 に記載のピストン機関。

**【請求項 5】**

上記ピストン機関はスターリング機関であり、ヒータと再生器とクーラーとで構成される熱交換器から送られる作動流体を前記シリンダ内に導入し、前記ピストンを駆動することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のピストン機関。

**【請求項 6】**

少なくとも前記クランク軸を内部に密封配置する筐体を備え、前記圧縮手段によって、前記筐体内部を加圧することを特徴とする請求項 5 に記載のピストン機関。

**【請求項 7】**

前記熱交換器の少なくとも前記ヒータが、内燃機関の排気経路に配置されて、当該内燃機関の排熱を回収することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のピストン機関。

【書類名】明細書

【発明の名称】ピストン機関

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピストン機関に関し、さらに詳しくは、筐体を小型化することができるピストン機関に関する。

【背景技術】

【0002】

ピストン機関の一種であるスターリングエンジンは、理論熱効率に優れるという特徴があり、近年、乗用車やバス等の車両に搭載される内燃機関の排熱等を回収するために、スターリングエンジンが注目されている。スターリングエンジンの熱効率を向上させるためには、摩擦損失を低減することが重要である。特許文献1には、ワットリンクを用いた近似直線機構でピストンを略直線状に往復運動させることにより、ピストンとシリンダとの摩擦を低減する技術が開示されている。

【0003】

【特許文献1】特開平4-311656号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1に開示されているピストン機関は、近似直線機構にワットリンクを用いるため、2本の水平かん子がピストンの往復運動方向に直交する方向へ張り出す。このため、ワットリンクを格納するクランクケースが大型化するとともに、ピストン機関の重量増加を招く。そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ピストン機関の筐体を小型化することができるピストン機関を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の目的を達成するために、本発明に係るピストン機関は、シリンダ内を往復運動するピストンと、回転運動するクランク軸とをコンロッドで連結したピストン機関であって、前記コンロッドと交差するとともに、前記ピストンと前記クランク軸との間で、かつ前記シリンダの中心軸からオフセットした位置に配置される支点を中心に回動可能な第1横方向腕と、往復直線運動する第1移動連結点と前記ピストンと連結される第2移動連結点とを両端部に備えるとともに、前記第1横方向腕の前記支点とは反対側の端部が回動可能に連結される第3移動連結点を前記第1移動連結点と前記第2移動連結点との間に備える第2横方向腕と、前記第1移動節点を支持して直線運動させる直線移動ガイドと、を有することを特徴とする。

【0006】

このピストン機関は、上記構成によって、近似直線機構であるグラスホップ機構で必要だった縦方向腕が不要になるので、近似直線機構を格納するピストン機関のケースをコンパクトにすることができる。その結果、ピストン機関全体をコンパクトにできるとともに、ピストン機関の重量増加を抑制することができる。

【0007】

また、次の本発明に係るピストン機関は、前記ピストン機関において、前記直線移動ガイドは、筒状のガイド部と、このガイド部内を摺動するスライダピストンとで構成されるとともに、前記スライダピストンの往復運動によって前記ガイド部内の気体を圧縮する圧縮手段であることを特徴とする。

【0008】

このピストン機関は、第2横方向腕が備える第1移動連結点を往復直線運動させる直線移動ガイドを圧縮手段として機能させる。これにより、ピストン機関を小型化できるとともに、直線移動ガイドをピストン機関の補機として利用することができる。

【0009】

また、次の本発明に係るピストン機関は、前記ピストン機関において、前記ピストンを複数有する場合には、複数の前記圧縮手段を備えるとともに、それぞれの前記圧縮手段を直列に接続して段階的に気体を昇圧することを特徴とする。

【0010】

このピストン機関は、複数の直線移動ガイドを直列に接続して圧縮手段として用いることにより、複数段階で気体を圧縮するので、単独の圧縮手段で圧縮するよりも高い圧力まで気体を昇圧させることができる。

【0011】

また、次の本発明に係るピストン機関は、前記ピストン機関において、後段の吐出量を前段の吐出量よりも小さくすることを特徴とする。

【0012】

このような構成により、さらに効率よく気体を高圧まで圧縮することができる。

【0013】

また、次の本発明に係るピストン機関は、前記ピストン機関はスターリング機関であり、ヒータと再生器とクーラーとで構成される熱交換器から送られる作動流体を前記シリンダ内に導入し、前記ピストンを駆動することを特徴とする。

【0014】

この発明では、近似直線機構であるグラスホッパ機構で必要だった縦方向腕が不要になるので、ケース及びスターリングエンジン全体をコンパクトにできるとともに、スターリングエンジン全体の重量増加を抑制することができる。特に、作動流体を加圧する方式のスターリングエンジンにおいては、ケースをコンパクトにできるので、耐圧性確保に起因する重量増加を抑制することができる。

【0015】

また、次の本発明に係るピストン機関は、前記ピストン機関において、少なくとも前記クランク軸を内部に密封配置する筐体を備え、前記圧縮手段によって、前記筐体内部を加圧することを特徴とする。

【0016】

これにより、作動流体を加圧する手段として別個に圧縮機を設ける必要はないので、ピストン機関の製造コストを抑えることができる。

【0017】

また、次の本発明に係るピストン機関は、前記ピストン機関において、前記熱交換器の少なくとも前記ヒータが、内燃機関の排気経路に配置されて、当該内燃機関の排熱を回収することを特徴とする。

【0018】

このピストン機関では、ケースあるいはピストン機関全体をコンパクトにできるので、内燃機関の排熱回収に用いる場合には、配置の自由度が向上する。また、ピストン機関全体の重量増加も抑えることができるので、乗用車やバス等の車両に搭載された内燃機関の排熱回収に用いる場合には、車両全体の重量増加も抑制できる。

【発明の効果】

【0019】

この発明に係るピストン機関では、近似直線機構であるグラスホッパの縦方向腕が不要になるので、ピストン機関全体をコンパクトにできるとともに、ピストン機関の重量増加を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この発明を実施するための最良の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記発明を実施するための最良の形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。なお、以下の説明においては、ピストン機関としてスターリングエンジンを例として説明するが、本発明の適用対象はこれに限られない。例えば、スタ

ーリングエンジン以外のピストン機関や、スターリング冷凍機関に対しても本発明は適用できる。

#### 【実施例 1】

##### 【0021】

図 1 は、実施例 1 の本発明に係るシリンダ支持構造を備えたスターリングエンジンを示す断面図である。図 2 は、図 1 の矢印 D 方向から見た断面図である。ピストン機関であるスターリングエンジン 100 は、いわゆる  $\alpha$  型の直列 2 気筒スターリングエンジンであって、高温側シリンダ 101 内に収められた高温側ピストン 102 と、低温側シリンダ 103 内に収められた低温側ピストン 104 とを備えている。

##### 【0022】

高温側シリンダ 101 と低温側シリンダ 103 とは、ヒータ 105 と再生器 106 とクーラー 107 とで構成される熱交換器 108 によって接続されている。ヒータ 105 の一端は高温側シリンダ 101 に接続され、他端は再生器 106 に接続される。また、再生器 106 は、一端がヒータ 105 に接続され他端はクーラー 107 に接続される。さらに、クーラー 107 の一端は再生器 106 に接続され、他端は低温側シリンダ 103 に接続される。また、高温側シリンダ 101 と低温側シリンダ 103 とには作動流体（ここでは空気）が封入されており、ヒータ 105 から供給される熱によってスターリングサイクルを構成し、高温側ピストン 102、低温側ピストン 104 を駆動する。

##### 【0023】

高温側ピストン 102 と低温側ピストン 104 とは、高温側シリンダ 101 と低温側シリンダ 103 内に空気軸受け 112 を介して支持されている。すなわち、ピストンリングを介さないで、ピストンをシリンダ内に支持する構造である。これによって、ピストンとシリンダとの摩擦を低減して、スターリングエンジン 100 の熱効率を向上させることができる。また、ピストンとシリンダとの摩擦を低減することにより、内燃機関 120 の排熱回収のような低熱源、低温度差の運転条件下においてもスターリングエンジン 100 を運転することができる。

##### 【0024】

空気軸受け 112 を構成するために、ピストンとシリンダとの間隔は全周にわたって数十  $\mu\text{m}$  とする。これを実現するために、本発明においては高温側シリンダ 101 と高温側ピストン 102 と低温側シリンダ 103 と低温側ピストン 104 とをガラスによって構成することが好ましい。なお、ガラスに限られず、セラミックスのような高弾性率材料で高温側シリンダ 101 と高温側ピストン 102 と低温側シリンダ 103 と低温側ピストン 104 とを構成してもよいし、異なる材料を組み合わせてこれらを構成してもよい。また、加工性に優れた金属材料を使用してもよい。

##### 【0025】

高温側ピストン 102、低温側ピストン 104 の往復運動は、コンロッド 109 によってクランク軸 110 に伝達され、ここで回転運動に変換される。コンロッド 109 は、図 2 に示す近似直線機構 10 によって支持されており、高温側ピストン 102、低温側ピストン 104 を略直線状に往復運動させる。この近似直線機構 10 の詳細については後述する。このように、コンロッド 109 を近似直線機構 10 によって支持することにより、高温側及び低温側ピストン 102、104 のサイドフォース（ピストンの径方向に向かう力）がほとんど 0 になるので、負荷能力の小さい空気軸受け 112 によって十分にピストンを支持することができる。ここで、上記コンロッド 109、クランク軸 110 及び近似直線機構 10 は、筐体であるクランクケース 118 内に密封して配置される。そして、クランクケース 118 内を加圧することによって、間接的に高温側シリンダ 101、熱交換器 108 及び低温側シリンダ 103 内の作動流体を加圧して、スターリングエンジン 100 の出力を向上させる。次に、本発明に係る近似直線機構 10 について説明する。

##### 【0026】

図 3-1 は、実施例 1 の本発明に係るスターリングエンジンが備える近似直線機構を示す説明図である。図 3-2 は、グラスホップ機構を示す説明図である。以下の説明におい

て、黒丸で表されている連結点（例えば支点Q等）は、その軸を中心に回転するが、シリンダ2との相対位置が変化しない連結点（以下、単語の後に「支点」を付して表す）である。また、白丸で表されている連結点（第2移動連結点B等）は、その軸を中心に回転又は回転するとともに、シリンダ2との相対位置が変化する連結点（以下、単語の後に「移動連結点」を付して表す）である。

#### 【0027】

図3-1に示すように、この近似直線機構10は、グラスホップ機構150（図3-2）を利用した直線近似リンク機構である。より具体的には、グラスホップ機構150の第1移動連結点Aを直線移動ガイド20によって支持して、第2移動連結点Bの近似直線運動に応じて前記第1移動連結点Aを直線往復運動させるものである。これにより、本発明の近似直線機構10では、グラスホップ機構150で必要だった縦方向腕153を設ける必要はない。これによって、スターリングエンジン100のクランクケース118をコンパクトにすることができる。特に、クランクケース118を加圧することによって、作動流体の圧力を高める方式のスターリングエンジンにおいては、クランクケース118が大型化すると耐圧性を確保するために、大幅な重量増加を招く。

#### 【0028】

しかし、本発明によればクランクケース118をコンパクトにできるので、かかる重量増加を抑制することができる。また、縦方向腕153が不要になる結果、クランクケース118の設計に対する自由度が向上するので、ケース肉厚を薄くしつつ耐圧性を確保する設計もしやすくなる。さらに、スターリングエンジン100の設計に対する自由度も向上することにつながるので、スターリングエンジン100が搭載される機器に応じた設計も容易になる。

#### 【0029】

図3-1に示すように、実施例1の本発明に係る近似直線機構10は、支点Qを中心として回転運動する第1横方向腕11と、この第1横方向腕11と連結される第3移動連結点Mを胴部12bに備える第2横方向腕12とを備えて構成される。第1横方向腕11は、第2移動連結点Bの近似直線運動方向に対して交差するように配置されており、支点Qとは反対側の端部11mが、第2横方向腕12の第3移動連結点Mで回転可能に連結されている。ここで、支点Qは、シリンダ中心軸Z上からオフセットされるとともに、シリンダ中心軸Zに対して第1移動連結点Aの反対側に配置される。また、第1横方向腕11は、ピストン1（高温側ピストン102又は低温側ピストン104）とクランク軸4とを連結するコンロッド5と交差するように配置される。なお、次の説明においては、上記高温側ピストン102又は上記低温側ピストン104を、説明の便宜上、必要に応じてピストン1と表現する。

#### 【0030】

第2横方向腕12も、第1横方向腕11と同様に、第2移動連結点Bの近似直線運動方向に対して交差するように配置されている。また、第2横方向腕12の一方の端部には第2移動連結点Bが設けられており、当該第2移動連結点Bは、ピストン連結部材3によってピストン1と連結されている。第2横方向腕12の第2移動連結点Bとは反対側の端部には、第1移動連結点Aが備えられている。第1移動連結点Aは、直線移動ガイド20で往復運動可能に支持されており、第2移動連結点Bの近似直線運動とともに、当該直線移動ガイド20を図3-1中の直線X-X上を往復運動する。ここで、直線X-Xは、ピストン1の往復運動方向（図中Z方向）に対して直交する。また、第3移動連結点Mは、次の（1）式を満たすように設定される。

$$BM \times MQ = AM^2 \cdots (1)$$

ここで、BMは第2移動連結点Bと第3移動連結点Mとの距離を表し、MQは第3移動連結点Mと支点Qとの距離を表し、AMは第1移動連結点Aと第3移動連結点Mとの距離を表す。

#### 【0031】

ピストン1とクランク軸4とを連結するコンロッド5は、第2移動連結点Bで第2横方

向腕 12 と連結されている。これにより、ピストン 1 の往復運動（図中 Z 方向における運動）は、ピストン連結部材 3 を介してクランク軸 4 に伝達され、クランク軸 4 は、その回転軸を中心として回転する。このように、ピストン 1 の往復運動は、クランク軸 4 によって回転運動に変換される。なお、クランク軸 4 の回転運動をピストン 1 の往復運動に変換することもできる。

#### 【0032】

図 4-1、図 4-2 は、実施例 1 の本発明に係るスターリングエンジンが備える近似直線機構の直線移動ガイド部を示す説明図である。図 4-1 に示すように、直線移動ガイド 20 は、筒状のガイド部 20g と、当該ガイド部 20g 内を摺動するスライダピストン 25（直線移動部）とで構成される。スライダピストン 25 と第 2 横方向腕 12 とは、第 1 移動連結点 A で連結されており、スライダピストン 25 がガイド部 20g 内を往復運動することによって、第 1 移動連結点 A がガイド部 20g 内を直線移動する。このように、スライダピストン 25 で直線移動部を構成すれば、スライダピストン 25 を圧縮機としても利用できる。これについては後述する。なお、ガイド部 20g は、スターリングエンジン 100 の筐体であるクランクケース 118 に設けられる。

#### 【0033】

また、図 4-2 に示す直線移動ガイド 21 は、スターリングエンジン 100 のクランクケースに設けられたガイド部 21g と、当該ガイド部 21g 内を転動する転輪 26（直線移動部）とで構成される。転輪 26 と第 2 横方向腕 12 とは、第 1 移動連結点 A で連結されており、転輪 26 がガイド部 21g 内を往復運動することによって、第 1 移動連結点 A がガイド部 21g 内を直線移動する。このように、転輪 26 で直線移動部を構成すれば、ガイド部 21g との摩擦を低減できる。これにより、スターリングエンジン 100 全体としての摩擦損失を低減でき、特に低温熱源からエネルギーを回収する場合に好ましい。なお、上述したように、第 1 移動連結点 A はピストン 1 の往復運動方向（図中 Z 方向）に対して直交する方向の直線 X-X 上を往復運動するので、ガイド部 20g、21g は、この直線 X-X 上に配置される。

#### 【0034】

図 5-1～図 5-4 は、ピストンの移動にともなう実施例 1 の本発明に係る近似直線機構の動作を示す説明図である。これらの図を用いて、実施例 1 の本発明に係る近似直線機構 10 の動作について説明する。なお、直線移動ガイドは、転輪 26 を用いた直線移動ガイド 21 を適用するが、スライダピストン 25 を用いた直線移動ガイド 20 も同様に適用できる。図 5-1 に示す状態、すなわち、ピストン 1 が上死点の位置において、第 1 移動連結点 A はシリンダ 2 へ最も接近する。この位置から、ピストン 1 がクランク軸 4 の方向へ移動すると、クランク軸 4 は、図 5-1 の矢印 R 方向に回転する。すると、第 2 移動連結点 B がクランク軸 4 側へ移動するので、これにともなって、第 2 横方向腕 12 及びこれに設けられている第 3 移動連結点 M は、第 1 移動連結点 A を中心としてクランク軸 4 の方向へ向かって回動する。また、第 3 移動連結点 M が第 1 移動連結点 A を中心としてクランク軸 4 の方向へ向かって回動することにより、第 1 横方向腕 11 は、支点 Q を中心としてクランク軸 4 の方向へ向かって回動する。

#### 【0035】

このとき、第 1 移動連結点 A は、直線移動ガイド 20 をシリンダ 2 から遠ざかる方向へ移動する（図 5-2）。ピストン 1 が下死点の位置にきたとき、近似直線機構 10 は図 5-3 に示す形状となる。このとき、ピストン 1 が下死点に向かうにしたがって、第 1 移動連結点 A は、直線移動ガイド 20 をシリンダ 2 へ近づく方向へ移動する。ピストン 1 が下死点を過ぎて再び上死点へ向かう過程で、第 1 移動連結点 A は、直線移動ガイド 20 をシリンダ 2 から遠ざかる方向へ移動する（図 5-4）。

#### 【0036】

第 1 横方向腕 11 は、支点 Q を中心として回動する。また、第 1 横方向腕 11 の支点 Q とは反対側端部に位置する第 3 移動連結点 M は、第 2 移動連結点 B、すなわちピストン 1 が上死点と下死点とを移動する範囲で、支点 Q を中心に回動する。したがって、ピストン



1 が上死点位置において、直線 X-X と第 1 横方向腕 11 とのなす角  $\theta$  の大きさにもよるが、ピストン 1 が上死点又は下死点のうち少なくとも一方で、第 1 移動連結点 A はシリンダ 2 へ最も接近する。また、第 1 移動連結点 A と、第 2 移動連結点 B と、第 3 移動連結点 M とが直線 X-X 上に位置したとき、第 1 移動連結点 A はシリンダ 2 から最も遠ざかる。このように、第 1 移動連結点 A は直線 X-X 上を行程 S (図 5-1) で往復運動する。

#### 【0037】

このような構成により、実施例 1 の本発明に係る近似直線機構 10 では、第 2 移動連結点 B がシリンダ中心軸 Z にほぼ沿って近似直線状に往復運動する。これにより、ピストン 1 も同様に往復運動する。その結果、ピストン 1 に作用するサイドフォース (ピストン 1 の径方向に向かう力) をほとんど 0 にできるので、上記スターリングエンジン 100 のように、負荷能力の小さい空気軸受け 112 によっても十分にピストンを支持することができる。

#### 【0038】

このとき、上死点近傍におけるピストン 1 と直線 Y-Y (シリンダ中心軸 Z) とのずれ量は、下死点近傍におけるピストン 1 と直線 Y-Y とのずれ量よりも小さく設定することが好ましい。これは次の理由による。スターリングエンジン 100 において、ピストン 1 (高温側ピストン 102 等) が上死点近傍に位置するときには、ピストン 1 に作用する作動流体の圧力は大きくなる。したがって、上死点におけるピストン 1 の前記ずれ量が小さければ、ピストン 1 に作用するサイドフォース F を小さくして、ピストン 1 とシリンダ 2 との摩擦を低減できるからである。一方、ピストン 1 が下死点近傍に位置するときには、ピストン 1 に作用する作動流体の圧力は小さくなる。このため、下死点におけるピストン 1 の前記ずれ量が多少大きくても、ピストン 1 とシリンダ 2 との摩擦に対する影響は小さいからである。なお、上記ずれ量  $\delta l_t$ 、 $\delta l_u$  は、第 1、第 2 横方向腕 11、12 の長さや、第 3 移動連結点 M の位置等によって調整することができる。

#### 【0039】

図 6 は、本発明に係るピストン機関の搭載例を示す説明図である。この搭載例は、実施例の本発明に係るピストン機関であるスターリングエンジン 100 を、内燃機関の排熱回収に用いるものである。図 6 に示すように、スターリングエンジン 100 に備えられる熱交換器 108 の少なくともヒータ 105 を、例えばガソリンエンジンやディーゼルエンジン等といった内燃機関 120 の排気通路 122 内に配置する。このような構成により、スターリングエンジン 100 によって前記内燃機関 120 の排ガス G の持つ排熱を回収することができる。

#### 【0040】

以上、実施例 1 に係る本発明によれば、近似直線機構であるグラスホッパの縦方向腕が不要になるので、近似直線機構を格納するピストン機関のケースをコンパクトにすることができる。その結果、ピストン機関全体をコンパクトにできるとともに、ピストン機関の重量増加を抑制することができる。特に、クランクケースを加圧することによって作動流体の圧力を高める方式のピストン機関においては、クランクケースをコンパクトにできるので、耐圧性確保に起因する重量増加を抑制することができる。また、縦方向腕が不要になる結果、クランクケースの設計に対する自由度が向上するので、ケース肉厚を薄くしつつ耐圧性を確保する設計もしやすくなる。さらに、ピストン機関の設計に対する自由度も向上することにつながるので、ピストン機関が搭載される機器に応じた設計も容易になる。特に、内燃機関の排熱回収に用いる場合には、搭載位置の制約が多くなるが、かかる場合において配置の自由度が向上する。

#### 【実施例 2】

##### 【0041】

実施例 2 の本発明に係るピストン機関は、上記実施例 1 に係るピストン機関と略同一の構成であるが、直線移動ガイドを筒状のガイド部と、当該ガイド部内を摺動するスライダピストンとで構成し、第 1 移動連結点を直線運動可能に保持するとともに、前記ガイド部と前記ピストンとで圧縮手段を構成する点が異なる。その他の構成は実施の形態 1 と同様

なのでその説明を省略するとともに、同一の構成要素には同一の符号を付する。

#### 【0042】

図7-1、図7-2は、実施例2の本発明に係るピストン機関を示す断面図である。ここでは、ピストン機関であるスターリングエンジン100の低温側ピストン104側に圧縮手段30を構成した例について説明する。図7に示すように、このスターリングエンジン100は、低温側ピストン104に設けられる近似直線機構10の直線移動ガイド20を、圧縮手段30として利用する。

#### 【0043】

直線移動ガイド20は、筒状のガイド部20gと、当該ガイド部20g内を摺動するスライダピストン25（直線移動部）とで構成される。スライダピストン25と第2横方向腕12とは、第1移動連結点Aで連結されている。ピストン機関であるスターリングエンジン100の運転により高温側ピストン102が往復運動すると、スライダピストン25がガイド部20g内を往復運動する。これにより、ガイド部20gとスライダピストン25との空間に導入された気体（ここでは空気）が、ガイド部20gの頂部20gtに形成された吐出孔41oから吐出される。

#### 【0044】

圧縮手段30としての機能を発揮させるために、ガイド部20gの頂部20gtには、吸入孔41iと吐出孔41oとを形成し、それぞれに吸入側逆止弁42i、吐出側逆止弁42oを取付ける。吸入側逆止弁42iは、ガイド部20g内から外に移動する気体の流れを止め、また、吐出側逆止弁42oはガイド部20g内へ流入する気体の流れを止める。このような構成によって、スライダピストン25がガイド部20gの頂部20gtの反対側へ移動したときに吸入孔41iからガイド部20g内へ気体を吸引し、スライダピストン25が頂部20gt側へ移動したときに、吸引した気体を吐出孔41oから吐出する。これによって、直線移動ガイド20が圧縮手段30として機能する。なお、圧縮手段30としての機能を発揮させるために、摺動抵抗が許容できる範囲でスライダピストン25の外面とガイド部20gの内面との間に、シール部材を設けることが好ましい。

#### 【0045】

このように、実施例2の本発明に係るスターリングエンジン100では、第1移動連結点の直線移動ガイド20を圧縮手段30として機能させるので、これをスターリングエンジン100の補機として利用することができる。特に、このスターリングエンジン100は、出力を向上させるため、クランクケース118内を加圧することによって、作動流体を加圧する。この場合、図7-2に示すように、吐出孔41oから吐出される気体をクランクケース118内へ導くことにより、クランクケース内加圧手段として直線移動ガイド20を利用することができる。これにより、クランクケース加圧手段（作動流体加圧手段）として別個に圧縮機を設ける必要はないので、スターリングエンジン100の製造コストを抑えることができる。

#### 【0046】

図8-1、図8-2は、実施例2の第1変形例を示す説明図である。この第1変形例に係るスターリングエンジン100は、上記実施例1に係るピストン機関と略同一の構成であるが、高温側ピストン102及び低温側ピストン104の双方に圧縮手段を設け、これらを直列に接続することにより気体を複数段階に圧縮する点が異なる。その他の構成は実施の形態1と同様なのでその説明を省略するとともに、同一の構成要素には同一の符号を付する。なお、シリンダーピストンを3組以上備えるスターリングエンジンにおいては、圧縮手段は3個以上備えることができる。

#### 【0047】

高温側ピストン102及び低温側ピストン104には、それぞれ第1直線移動ガイド20<sub>1</sub>、第2直線移動ガイド20<sub>2</sub>が設けられており、それぞれが第1圧縮手段30<sub>1</sub>、第2圧縮手段30<sub>2</sub>を構成する。第1圧縮手段30<sub>1</sub>のガイド部20<sub>1</sub>gには、第1吸入側逆止弁42<sub>1</sub>i、第1吐出側逆止弁42<sub>1</sub>oが取付けられ、また、第2圧縮手段30<sub>2</sub>のガイド部20<sub>2</sub>gには、第2吸入側逆止弁42<sub>2</sub>i、第2吐出側逆止弁42<sub>2</sub>oが取付けられる。

そして、第1圧縮手段30<sub>1</sub>で圧縮された気体は、第1吐出側逆止弁42<sub>1o</sub>を介して蓄圧タンク43へ送られ、蓄圧タンク43からは第2吸入側逆止弁42<sub>2i</sub>を介して第2圧縮手段30<sub>2</sub>へ圧縮された気体を送られる。第2圧縮手段30<sub>2</sub>でさらに圧縮された気体は、第2吐出側逆止弁42<sub>2o</sub>を介してクランクケース118内へ送られ、当該ケース内を加圧する。このように、第1圧縮手段30<sub>1</sub>と第2圧縮手段30<sub>2</sub>とは直列に接続されて、複数段階に気体を圧縮する。

#### 【0048】

第1圧縮手段30<sub>1</sub>で圧縮された気体は、蓄圧タンク43へ溜められてから、第2圧縮手段30<sub>2</sub>へ送られる。そして、第2圧縮手段30<sub>2</sub>でさらに圧力を高められた気体がクランクケース118内へ送られる。このように、複数段階（ここでは二段階）で気体を圧縮するので、単独の圧縮手段で圧縮するよりも高い圧力まで気体を昇圧させることができる。また、圧縮手段としての効率も、最適な設計にできるので、圧縮効率も向上する。また、図8-2に示すように、複数段で気体を圧縮する場合には、前段である第1圧縮手段30<sub>1</sub>の吐出量V<sub>1</sub>を（体積）を、後段である第2圧縮手段30<sub>2</sub>の吐出量V<sub>2</sub>（体積）よりも大きくしてもよい。このようにすれば、さらに効率よく気体を高圧まで圧縮することができる。

#### 【0049】

図9は、実施例2の第2変形例を示す説明図である。このスターリングエンジンが備える圧縮手段31は、ダイヤフラム50によって構成されている。直線移動ガイド22は、クランクケース118に設けられたダイヤフラムベース119に設けられている。また、直線移動ガイド22は、スライダピストン25'と、これを摺動支持する支持部22gとを備える。スライダピストン25'とダイヤフラム板51とは、連結棒52によって連結されている。また、ダイヤフラムベース119は、連通孔119hによって、クランクケース118内部の圧力Pがダイヤフラム板51の背面に作用するようになっている。そして、高温側ピストン102等の往復運動によって、スライダピストン25'が往復運動することによって、ダイヤフラム板51が往復運動をして、ダイヤフラム50内の気体を吐出する。このように、ダイヤフラム50によっても、圧縮手段としての機能を発揮させることができ、また、ペローズを用いても同様である。

#### 【0050】

以上、実施例2に係る本発明によれば、第1移動連結点の直線移動ガイドを圧縮手段として機能させるので、これをピストン機関の補機として利用することができる。その結果、別個に補機を設ける必要がないので、ピストン機関の製造コストや、これを搭載する聞き全体としてみた場合の製造コストを低減できる。特に、作動流体を加圧する形式のピストン機関では、当該圧縮手段によって作動流体を加圧することができる。これにより、加圧手段として別個に圧縮機を設ける必要はないので、その分、ピストン機関の製造コストも抑えることができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0051】

以上のように、本発明に係るピストン機関は、スターリングエンジン等のピストン機関に有用であり、特に、近似直線機構を用いてピストンを支持するピストン機関に適している。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

【図1】実施例1の本発明に係るシリンダ支持構造を備えたスターリングエンジンを示す断面図である。

【図2】図1の矢印D方向から見た断面図である。

【図3-1】実施例1の本発明に係るスターリングエンジンが備える近似直線機構を示す説明図である。

【図3-2】グラスホップ機構を示す説明図である。

【図4-1】実施例1の本発明に係るスターリングエンジンが備える近似直線機構の

直線移動ガイド部を示す説明図である。

【図 4 - 2】 実施例 1 の本発明に係るスターリングエンジンが備える近似直線機構の直線移動ガイド部を示す説明図である。

【図 5 - 1】 ピストンの移動にともなう実施例 1 の本発明に係る近似直線機構の動作を示す説明図である。

【図 5 - 2】 ピストンの移動にともなう実施例 1 の本発明に係る近似直線機構の動作を示す説明図である。

【図 5 - 3】 ピストンの移動にともなう実施例 1 の本発明に係る近似直線機構の動作を示す説明図である。

【図 5 - 4】 ピストンの移動にともなう実施例 1 の本発明に係る近似直線機構の動作を示す説明図である。

【図 6】 本発明に係るピストン機関の搭載例を示す説明図である。

【図 7 - 1】 実施例 2 の本発明に係るピストン機関を示す断面図である。

【図 7 - 2】 実施例 2 の本発明に係るピストン機関を示す断面図である。

【図 8 - 1】 実施例 2 の第 1 変形例を示す説明図である。

【図 8 - 2】 実施例 2 の第 1 変形例を示す説明図である。

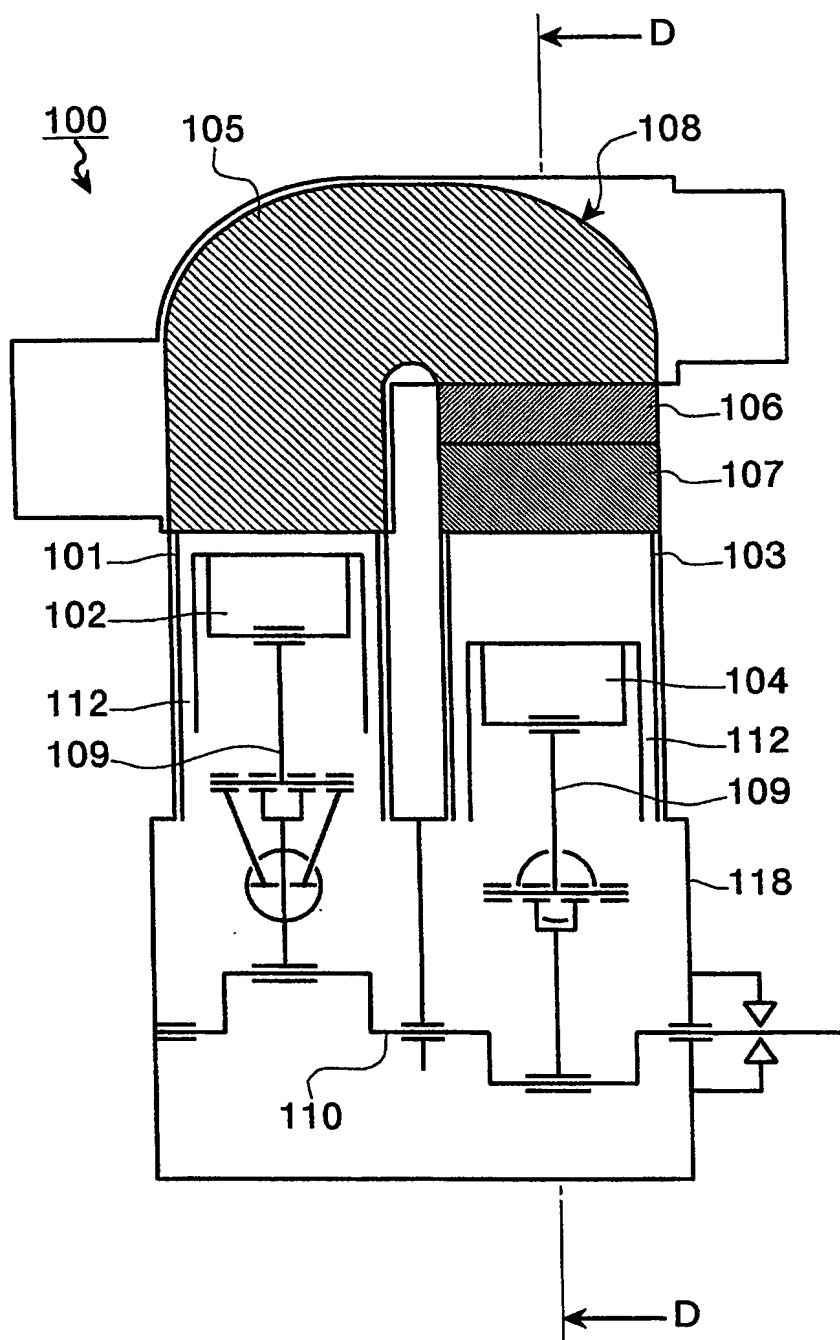
【図 9】 実施例 2 の第 2 変形例を示す説明図である。

【符号の説明】

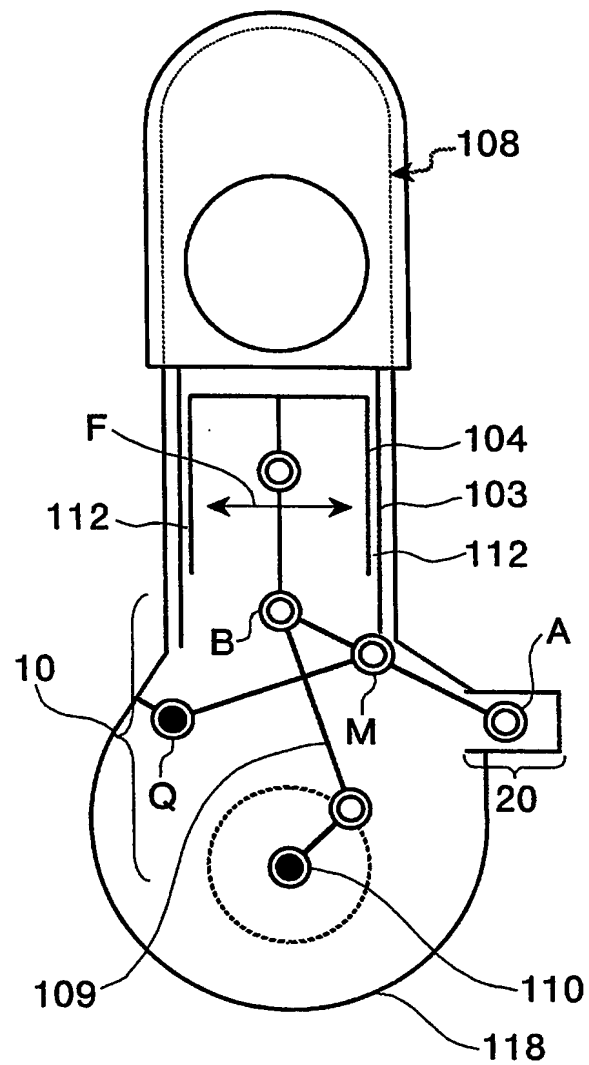
【 0 0 5 3 】

- 1   ピiston
- 2   シリンダ
- 3   ピiston連結部材
- 4   クランク軸
- 5   コンロッド
- 1 0   近似直線機構
- 1 1   第 1 横方向腕
- 1 2   第 2 横方向腕
- 2 0、2 0<sub>1</sub>、2 0<sub>2</sub>、2 1、2 2   直線移動ガイド
- 2 0 g、2 0<sub>1</sub> g、2 0<sub>2</sub> g、2 1 g   ガイド部
- 2 5、2 5'   スライダピiston
- 2 6   転輪
- 3 0、3 0<sub>1</sub>、3 0<sub>2</sub>   圧縮手段
- 3 1   圧縮手段
- 1 0 0   スターリングエンジン
- 1 1 8   クランクケース
- 1 2 0   内燃機関
- 1 2 2   排気通路
- A   第 1 移動連結点
- B   第 2 移動連結点
- M   第 3 移動連結点
- Q   支点

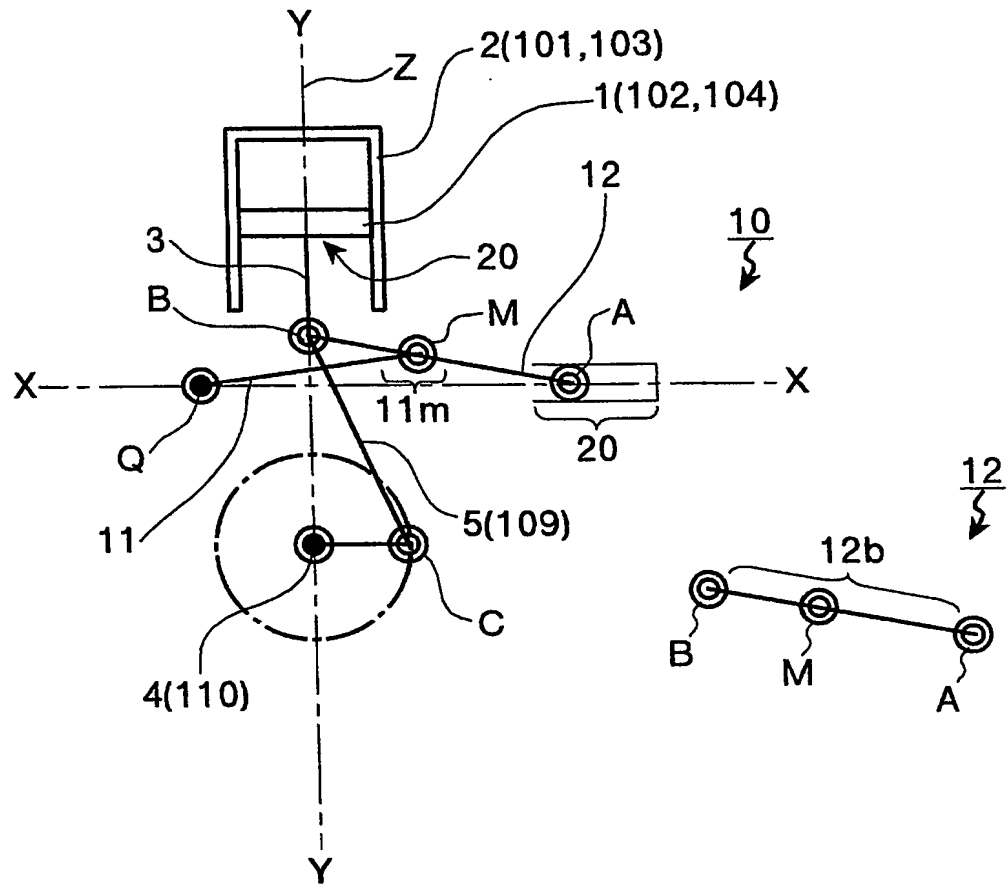
【書類名】 図面  
【図 1】



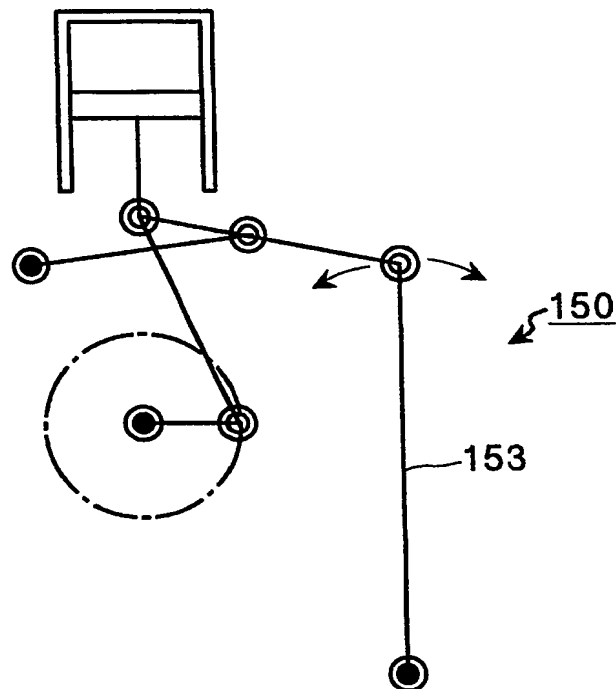
【図 2】



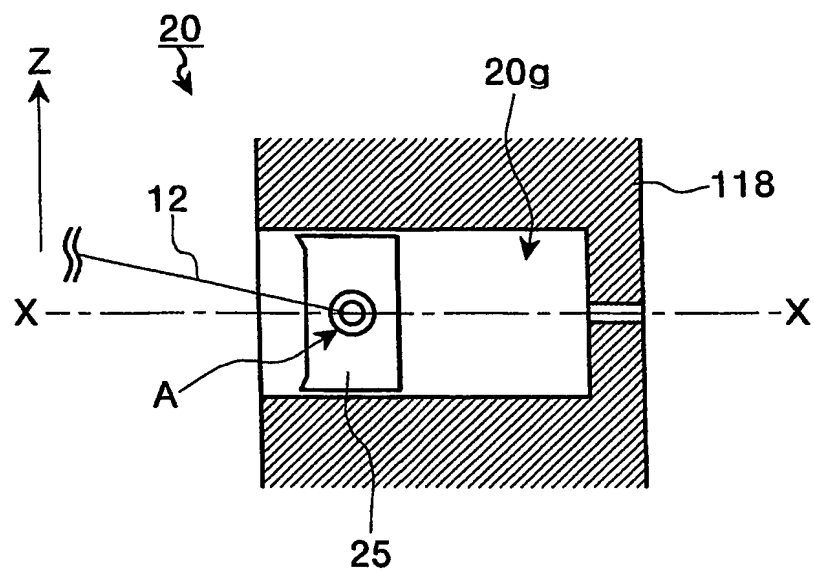
【図 3-1】



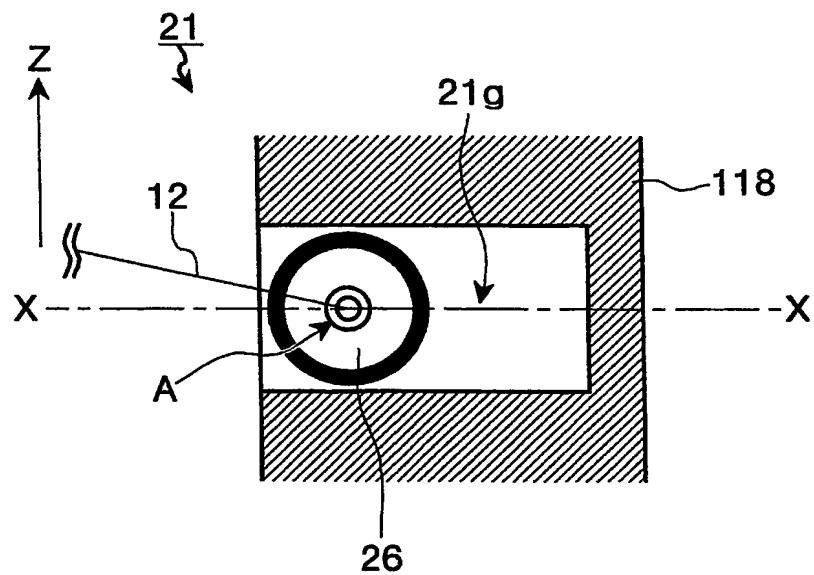
【図 3-2】



【図 4-1】

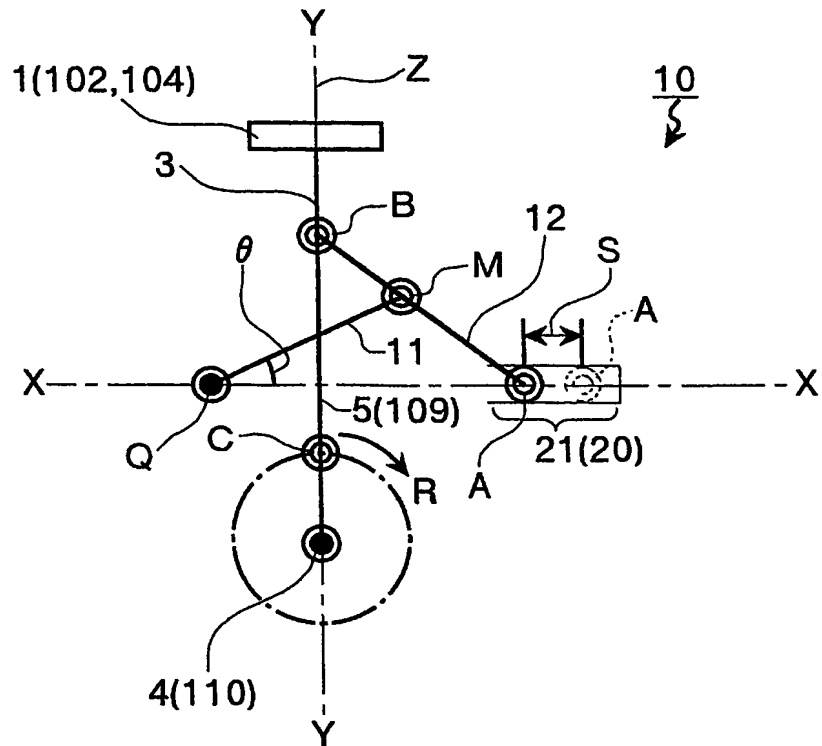


【図 4-2】

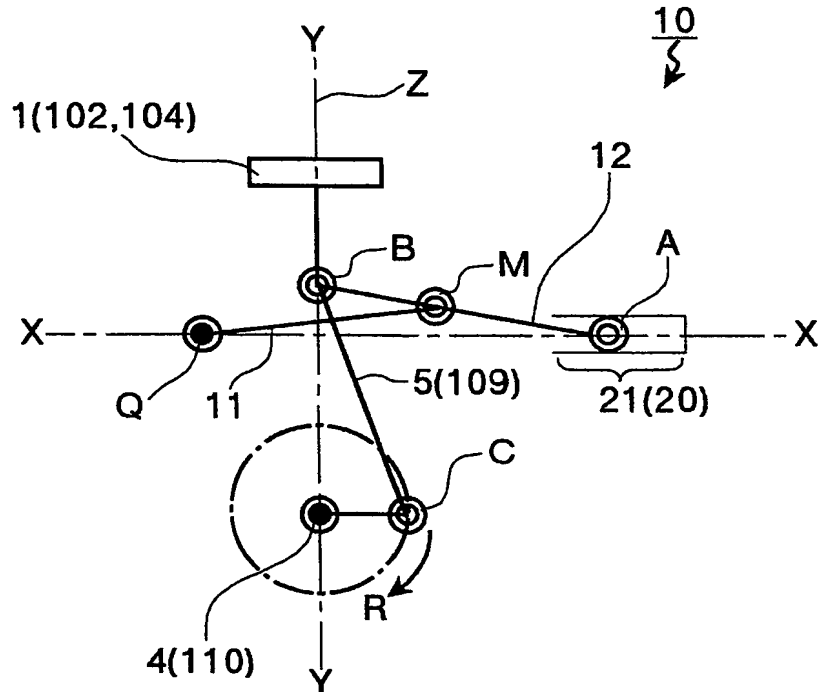




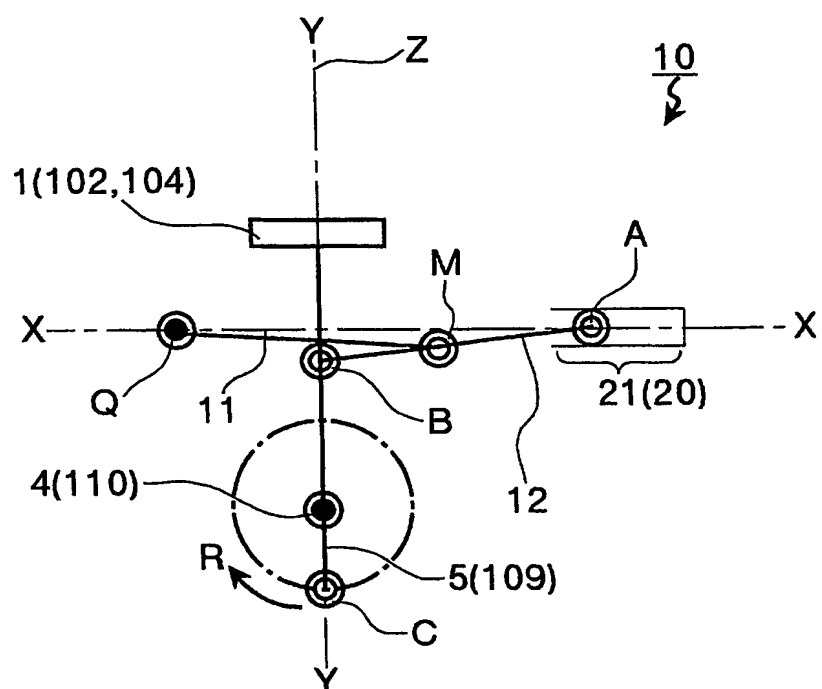
【図 5-1】



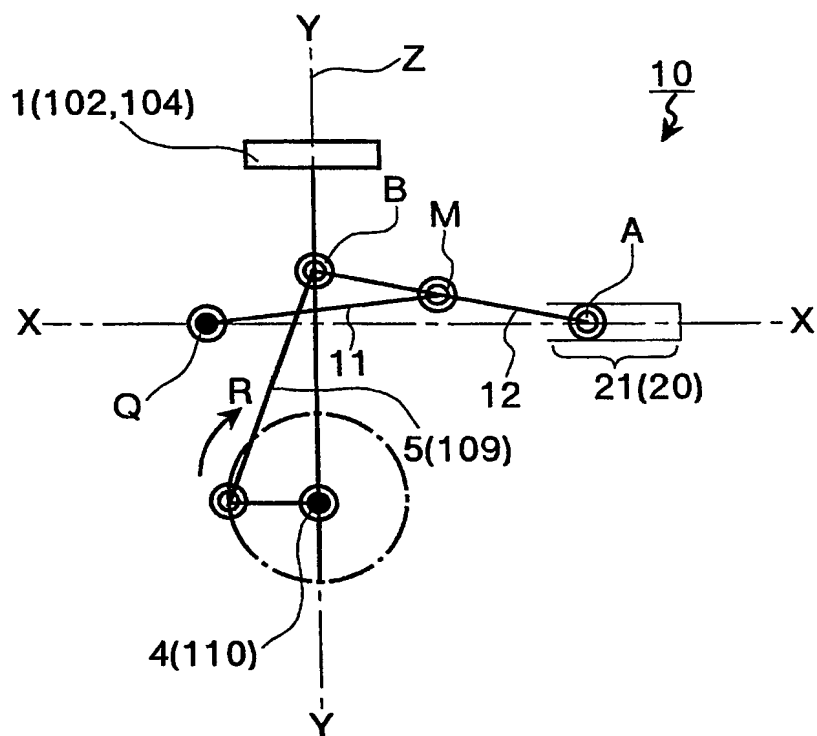
【図 5-2】



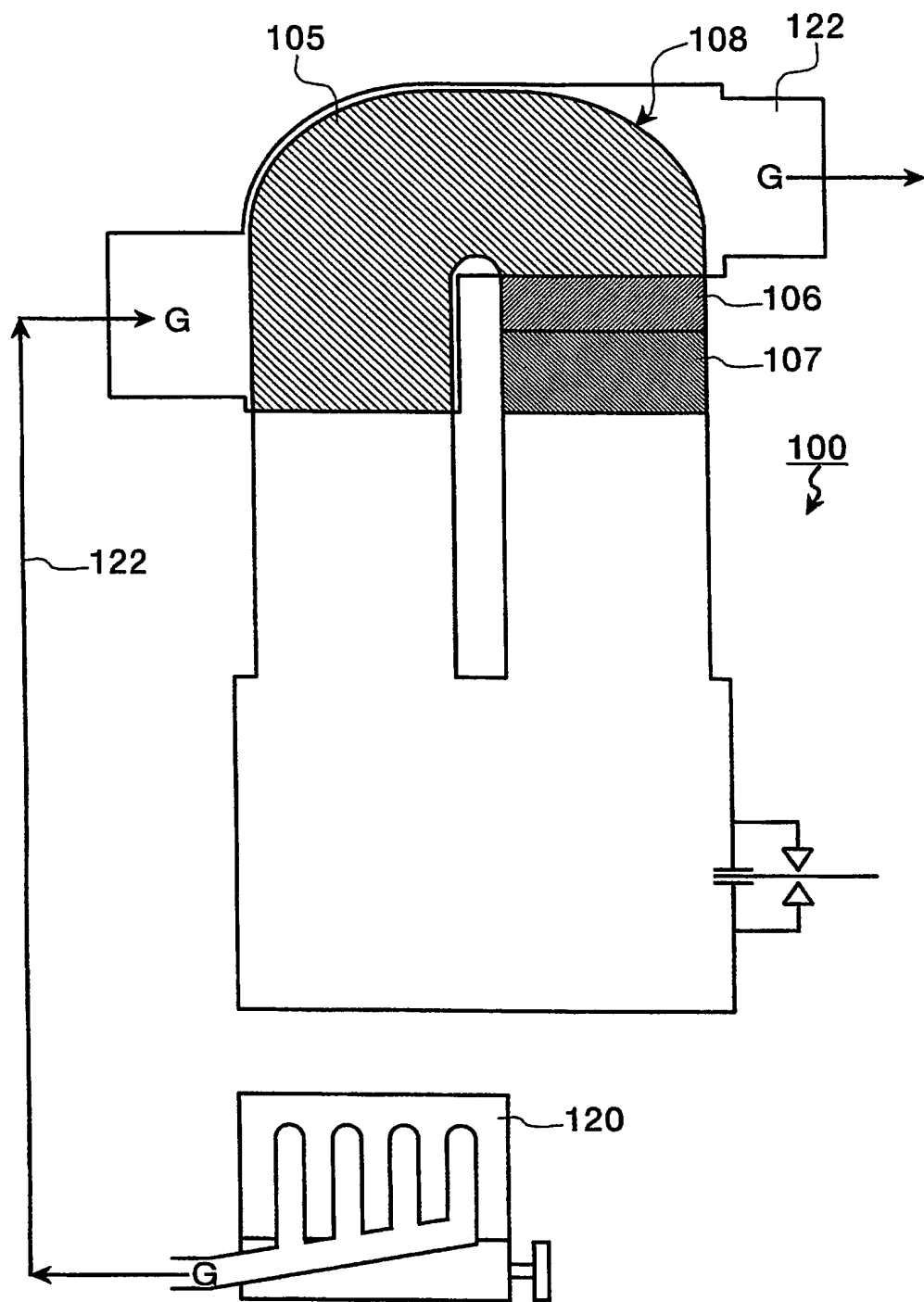
【図 5-3】



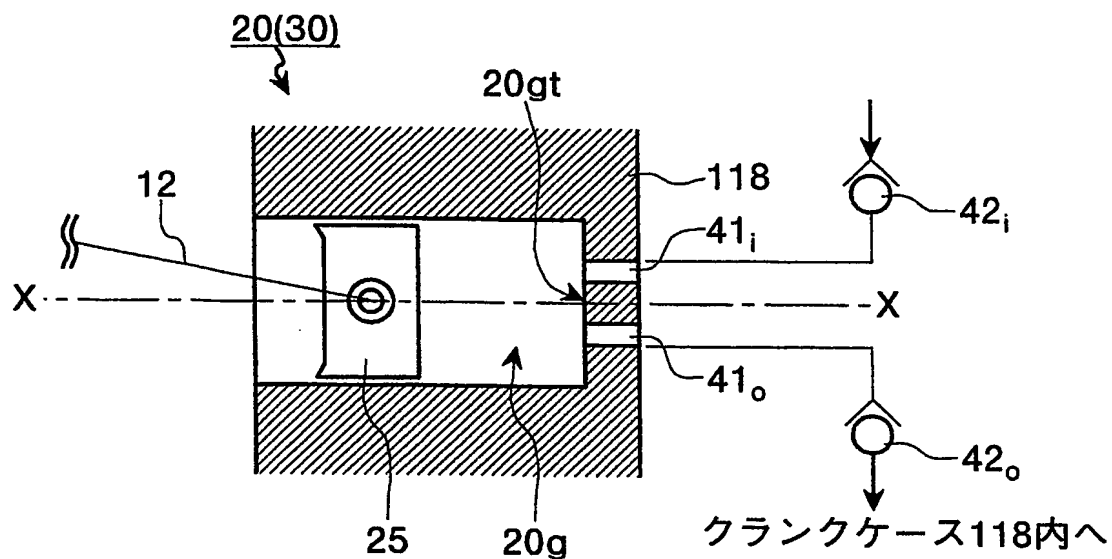
【図 5-4】



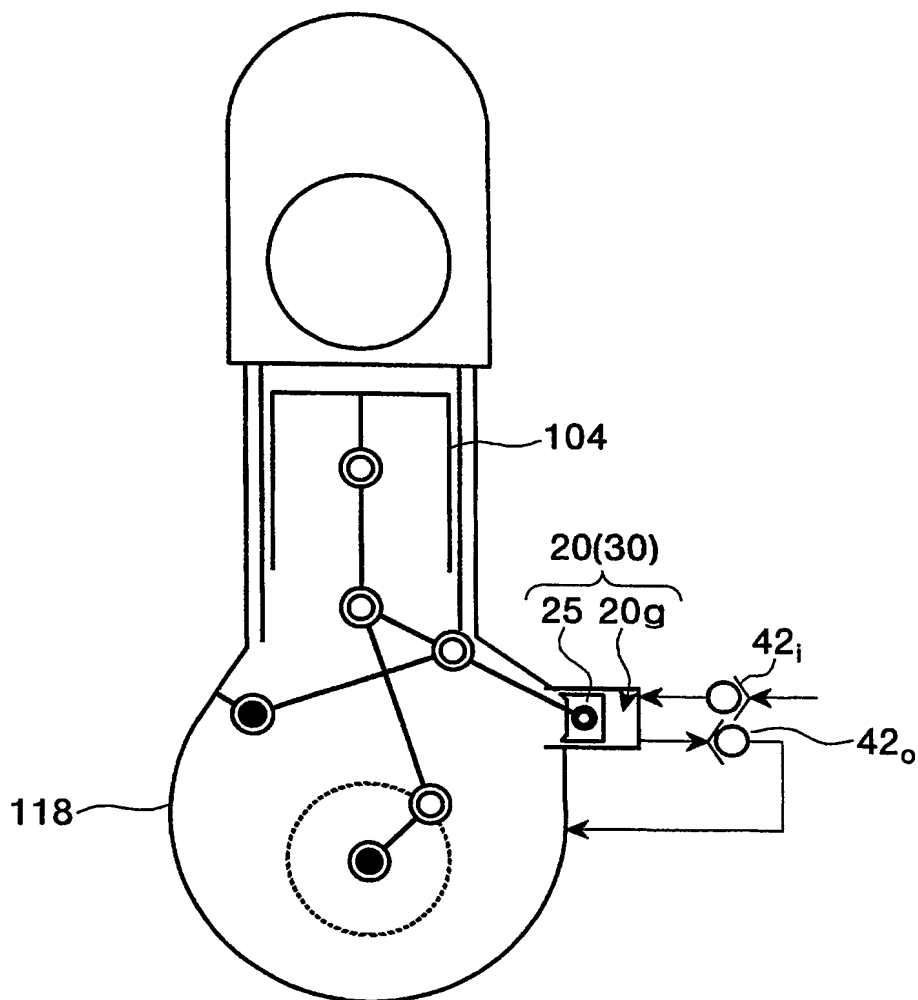
【図 6】



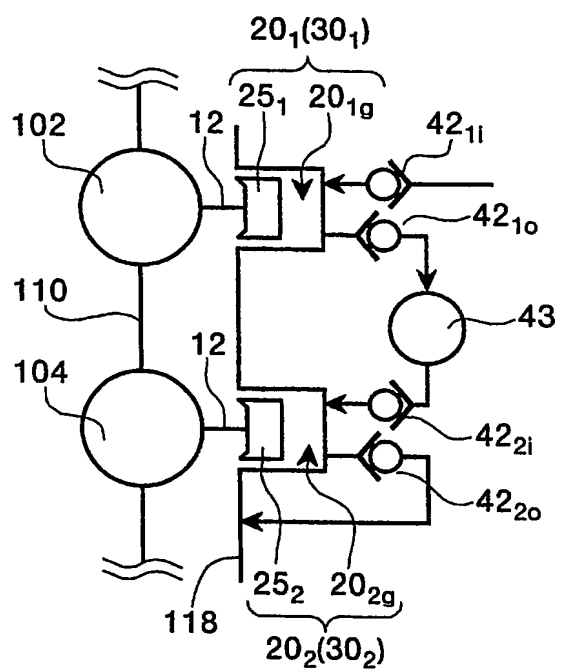
【図 7-1】



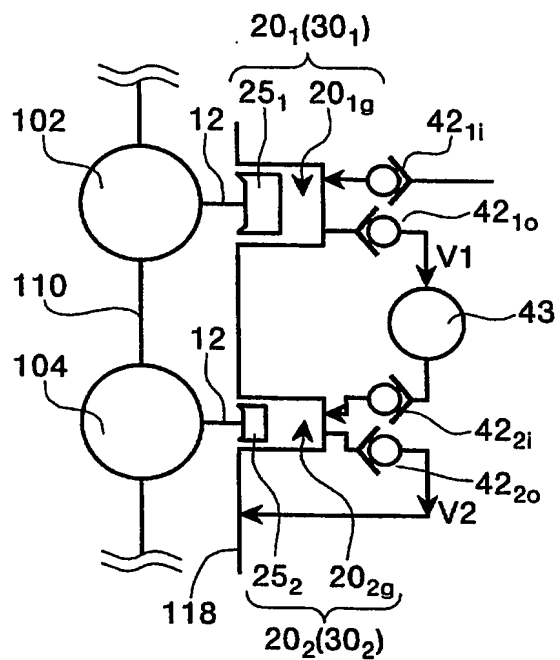
【図 7-2】



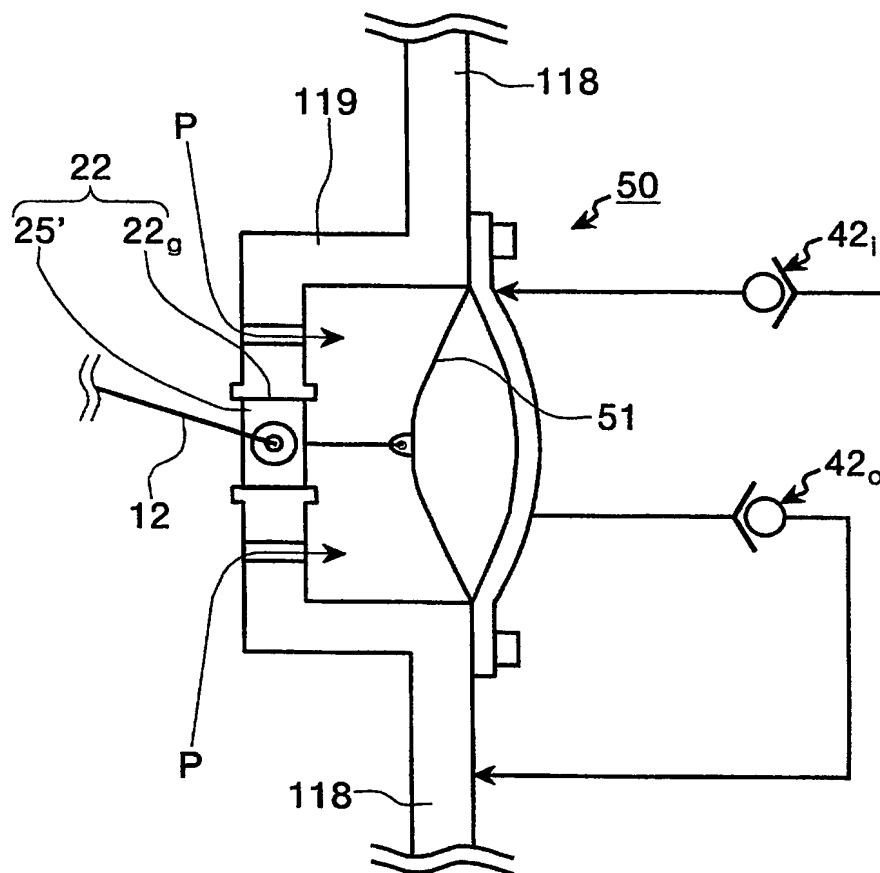
【図 8-1】



【図 8-2】



【図 9】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 筐体を小型化すること。

【解決手段】 近似直線機構 10 は、支点 Q を中心として回動運動する第 1 横方向腕 11 と、この第 1 横方向腕 11 と連結される第 3 移動連結点 M を胴部 12 b に備える第 2 横方向腕 12 とを備えて構成される。第 1 横方向腕 11 は、第 2 移動連結点 B の近似直線運動方向に対して交差するように配置されており、端部 11 m が、第 2 横方向腕 12 の第 3 移動連結点 M で回動可能に連結されている。また、第 2 横方向腕 12 の一方の端部には第 2 移動連結点 B が設けられており、当該第 2 移動連結点 B は、ピストン連結部材 3 によってピストン 1 と連結されている。第 2 横方向腕 12 の第 1 移動連結点 A は、直線移動ガイド 20 で往復運動可能に支持されており、第 2 移動連結点 B の近似直線運動とともに、当該直線移動ガイド 20 を図 3-1 中の直線 X-X 上を往復運動する。

【選択図】 図 3-1

特願 2 0 0 3 - 3 4 3 4 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**